

СЗУУ.1.1

Л-55



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

---

Ли Цзянь-пин, Ю.П. Попов

1594

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЛОИСТЫХ ДЕТЕКТОРОВ  
НЕЙТРОНОВ К  $\gamma$ -ЛУЧАМ

Дубна 1964

Ли Цзянь-пин, Ю.П. Попов

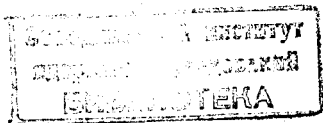
1584

СЗУЧ. 7л

Л-55

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЛОИСТЫХ ДЕТЕКТОРОВ  
НЕЙТРОНОВ К  $\gamma$ -ЛУЧАМ

Направлено в ПТЭ



Дубна 1984

СЗУЧ/3 48.

В связи с разработкой сцинтилляционного детектора для регистрации рассеянных нейтронов (типа, описанного Л.Б. Пикельнером и др.<sup>1/1</sup>) было проведено исследование чувствительности такого детектора к  $\gamma$ -лучам различных энергий. Эта работа представляет интерес в связи с тем, что чувствительность слоистых детекторов исследовалась для  $\gamma$ -лучей  $Co^{60}$  ( $E_\gamma \sim 1,2$  Мэв), в то время как спектры  $\gamma$ -лучей от захвата нейтронов в различных ядрах имеют максимум при  $E_\gamma \sim 2 - 3$  Мэв<sup>2/2</sup>.

Исследования проводились на отдельном блоке детектора, который представлял собой кассету с размерами сторон 47x49x37 мм, состоящую из слоев технического плексигласа толщиной 2 мм, отстоящих друг от друга на 1 мм. Пространство между слоями засыпалось порошком  $ZnS(Ag)$  с обогащенным бором (светосостав Т-1<sup>3/3</sup>). К торцу кассеты примыкал фотоумножитель ФЭУ-13 (напряжение на ФЭУ 1800 в, радиотехническое усиление  $\sim 1000$ ). В качестве источников  $\gamma$ -излучения использовались  $Co^{60}$ ,  $Na^{24}$  ( $E_\gamma = 2,8$  Мэв)<sup>x</sup> и  $Po-Be$  источник нейтронов ( $E_\gamma = 4,4$  Мэв). В последнем случае для защиты детектора от нейтронов использовался конус из парафина с углекислым литием.

Исследования дали следующие результаты:

- 1) Эффективность регистрации  $\gamma$ -квантов резко возрастает при переходе от энергии  $E_\gamma = 1,2$  Мэв к  $E_\gamma = 2,8$  Мэв (см. рис. 1).
- 2) Скорости счета, полученные при регистрации  $\gamma$ -квантов с энергиями 2,8-4,4 Мэв с помощью пустой кассеты, а также засыпанной  $ZnS(Ag)$  или  $MgO$  оказались близкими, следовательно, основной вклад в эффективность регистрации вносит плексиглас.
- 3) Свечение, возникающее в плексигласе под действием  $\gamma$ -лучей, распространяется направленно.
- 4) Протоны отдачи от нейтронов  $Po-Be$  источника плексигласом не регистрировались.

Это говорит о том, что мы имеем дело с черенковским излучением быстрых электронов в плексигласе.

Из результатов измерений следует, что определять эффективность детектора к захватным  $\gamma$ -лучам целесообразнее с источником  $Na^{24}$ , для которого энергия  $\gamma$ -лучей

x) Вклад линии  $E_\gamma = 1,3$  Мэв можно оценить, зная эффективность к  $\gamma$ -лучам  $Co^{60}$ .

совпадает с максимумом в спектре захватных  $\gamma$ -лучей для многих ядер. Необходимо отметить, что соотношения между кривыми на рис. 1 будут меняться в зависимости от конструкции слоистого детектора и его расположения по отношению к источнику  $\gamma$ -квантов<sup>х)</sup>.

Полученное значение эффективности слоистых детекторов нейтронов к захватным  $\gamma$ -лучам говорит о том, что в измерениях резонансного рассеяния нейтронов в области малых энергий нейтронов, где преобладают резонансы с  $\Gamma_\gamma > \Gamma_n$ , поправки на регистрацию  $\gamma$ -лучей могут играть существенную роль.

Для дискриминации  $\gamma$ -фона можно использовать различие в спектрах излучения  $ZnS(Ag)$  (для максимума интенсивности  $\lambda \sim 4500 \text{ \AA}$ ) и черенковского излучения (интенсивность  $\sim \lambda^{-3}$ ), применяя фильтры с порогом 3500-4000  $\text{\AA}$ . Измерения показали (см. п.2) отсутствие заметного преобразования в  $ZnS(Ag)$  черенковского излучения в более длинноволновую часть спектра<sup>хх)</sup>.

Исследования эффективности к  $\gamma$ -лучам двух сплошных цилиндров из плексигласа и полистирола показали существенное различие в энергетической зависимости эффективности (рис. 2) и отсутствие направленности световых вспышек в полистироле. Это указывает на то, что в полистироле основную роль играет не черенковское излучение, а обычные, хотя и слабые сцинтилляции.

Полученные в настоящей работе результаты могут представлять интерес также при проектировании различных световодов, предназначенных для работы в полях  $\gamma$ -излучений, при анализе слабых световых вспышек в сцинтилляторах и т.д. Кроме того из сплошных кривых на рис. 2 видно, что использование черенковского излучения позволяет довольно просто создавать пороговые детекторы  $\gamma$ -лучей больших объемов.

х) По сообщению авторов работы<sup>1/1</sup>, для их детектора, в котором суммируются световые вспышки с двух торцов кассеты, отношение эффективностей регистрации квантов с энергией 2,8 и 1,2 Мэв не столь велико, как на рис. 1. При учете роста эффективности регистрации с энергией  $\gamma$ -квантов поправка на регистрацию  $\gamma$ -лучей для результатов работ<sup>4/4</sup> все еще остается в пределах ошибок измерения.

хх) Использование в слоистых детекторах фотоумножителей с фотокатодами из  $BiAgOS_4$  (ФЭУ-14), имеющих диапазон спектральной чувствительности вплоть до 7000-8000  $\text{\AA}$ , приводит к увеличению эффективности регистрации  $\gamma$ -квантов с  $E_\gamma = 4,4$  Мэв в плексигласе на 20% для порога 8 в и почти вдвое - для порога 13 в. (Коэффициенты усиления на ФЭУ-13 и ФЭУ-14 подбирались одинаковыми путем совмещения фотопиков  $\gamma$ -квантов  $Co^{60}$  в кристалле  $NaJ(Tl)$ ).

## Л и т е р а т у р а

1. Л.Б. Пикельнер, М.И. Пшитула, Ким Хи Сан, Чэн Лин-янь, Э.И. Шаронов. ПТЭ, № 2, 51 (1983).
2. Л.В. Грошев, А.М. Демидов, В.Н. Луценко, В.И. Пелехов. Атлас спектров  $\gamma$ -лучей радиационного захвата тепловых нейтронов. Атомиздат (1988).
3. Т.В. Тимофеева, С.П. Хромушко. Изв. АН СССР, серия физ. 22, 14 (1958).
4. Д. Зелигер, Н. Илиеску, Ким Хи Сан, Д. Лонго, Л.Б. Пикельнер, Э.И. Шаронов. ЖЭТФ, 45, 1294 (1983). Ван Най-янь, И. Визи, В.Н. Ефимов и др. ЖЭТФ, 45, 1743 (1983).

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 марта 1984 г.

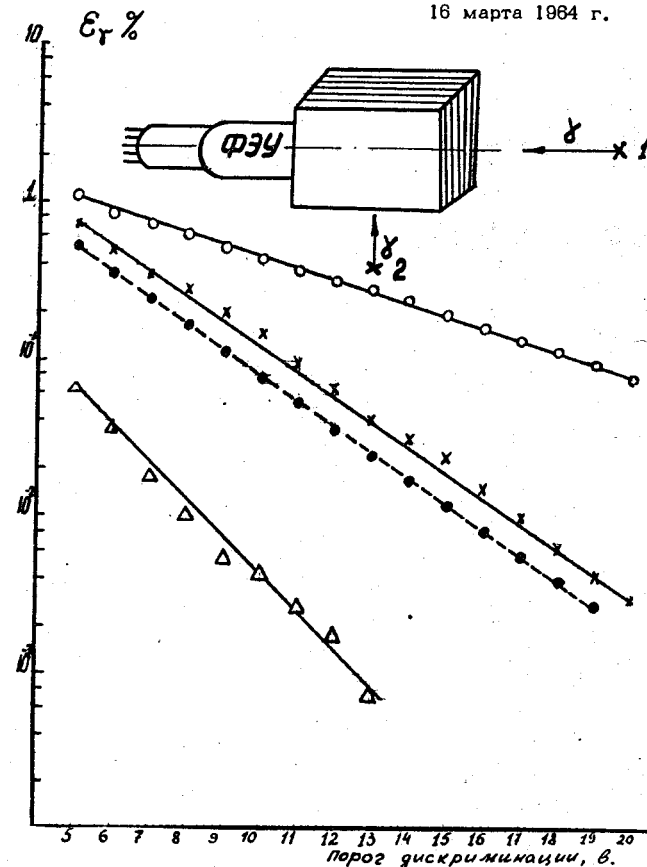


Рис. 1. Зависимость эффективности регистрации  $\gamma$ -квантов различной энергии слоистым детектором нейтронов от порога регистрации.  $\Delta$  - для  $E_\gamma = 1,2$  Мэв,  $\bullet$  и  $\times$  - для  $E_\gamma = 2,8$  Мэв,  $\circ$  - для  $E_\gamma = 4,4$  Мэв. Пунктирная линия получена при облучении детектора под углом  $90^\circ$  к оси фотоумножителя (положение (2)).

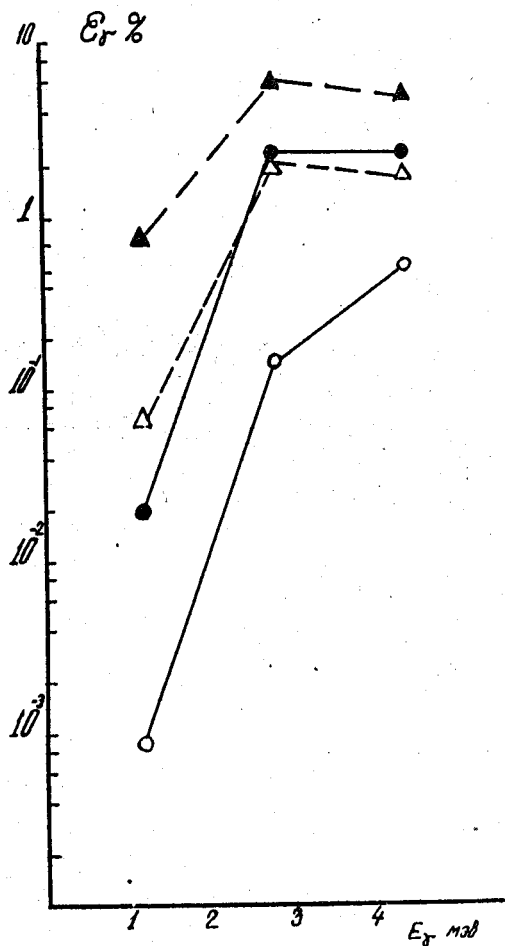


Рис. 2. Зависимость эффективности регистрации  $\gamma$ -квантов от их энергии детекторами в виде цилиндров из плексигласа (сплошные кривые) и из полистирола (пунктирные кривые).  $\blacktriangle$  и  $\bullet$  - сняты при пороге дискриминатора 6 в,  $\triangle$  и  $\circ$  - при пороге 13 в.